

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-330559

(43)Date of publication of application : 30.11.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01L 23/12

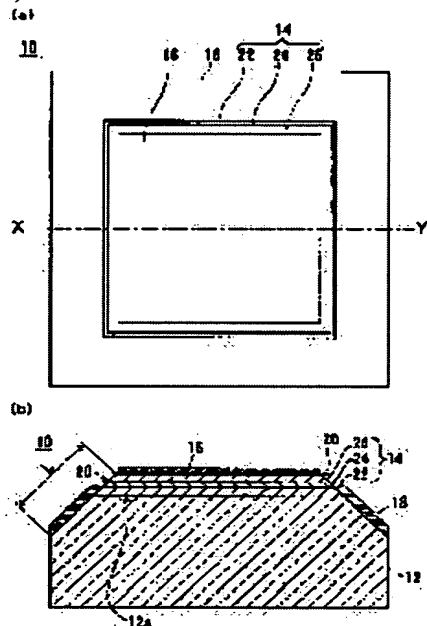
(21)Application number : 10-152301

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.05.1998

(72)Inventor : TAKEUCHI KUNIO  
TOMINAGA KOJI

## (54) LIGHT EMITTING ELEMENT



### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light emitting element in which uniform luminous intensity can be obtained in the whole part of the light emitting element.

**SOLUTION:** A semiconductor layer 14 containing an N-type GaN contact layer 22, an InGaN light emitting layer 24 and a P-type GaN contact layer 26 is formed on a main surface 12a of a transparent substrate 12. A part of the side surface of the transparent substrate 12 and the side surface of the semiconductor layer 14 form a slant surface 20 which has a constant angle to the main surface 12a of the transparent substrate 12 and is almost flat. A P side electrode 16 is formed on the P-type GaN contact layer 26. An N side electrode 18 is formed on the transparent substrate 12 and the N-type GaN contact layer 22 in the slant surface 20. A light generated from the InGaN light emitting layer 24 is reflected directly or by the P side electrode 16 or the P side electrode 16 and the N side electrode 18, and outputted from the transparent substrate 12 side.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3540605

[Date of registration]

02.04.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-330559

(43)公開日 平成11年(1999)11月30日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 L 33/00  
23/12

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00  
23/12

E  
F

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-152301

(22)出願日 平成10年(1998)5月15日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 竹内 邦生

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 富永 浩司

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

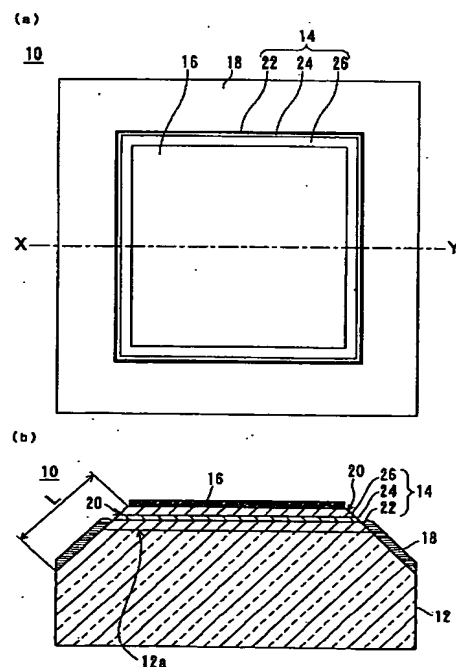
(74)代理人 弁理士 辰巳 忠宏

(54)【発明の名称】 発光素子

(57)【要約】

【課題】 発光素子全体に均一な発光強度が得られる発光素子を提供する。

【解決手段】 透明基板12の一主面12a上に、n型Ga Nコンタクト層22、In Ga N発光層24およびp型Ga Nコンタクト層26を含む半導体層14が形成される。透明基板12の側面の一部と半導体層14の側面とは、透明基板12の一主面12aに対して一定の角度を有する略面一な斜面20を形成する。p型Ga Nコンタクト層26上にはp側電極16が形成される。斜面20のうち透明基板12上およびn型Ga Nコンタクト層22上には、n側電極18が形成される。In Ga N発光層24から発せられた光は、直接、またはp側電極16あるいはp側電極16およびn側電極18によって反射されて透明基板12側から出射される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板と、前記透明基板の一主面上に形成され少なくとも一導電型の半導体層および他の導電型の半導体層を前記透明基板側からこの順序で含む半導体層と、前記一導電型の半導体層に接続された第1電極と、前記他の導電型の半導体層上に形成された第2電極とを備える発光素子であって、前記透明基板の側面の一部と、前記一導電型の半導体層の側面のうち前記透明基板の側面に隣接する側面とが、前記一主面に対して一定の角度を有する略面一な斜面を形成し、前記第1電極は前記斜面上に形成されていることを特徴とする発光素子。

【請求項2】 前記第1電極が、前記第2電極を取り囲むように形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】 前記第2電極が、前記他の導電型の半導体層上の一部に形成されたパラジウムまたはニッケルの少なくともいずれか一方を含む金属膜と、前記他の導電型の半導体層および前記金属膜上に形成されたアルミニウム膜とを含むことを特徴とする、請求項1または2に記載の発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は発光素子に関し、特にたとえば透明基板を用い透明基板側から光を出射させる発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、発光ダイオード等の発光素子は、発光層からの発光を基板と反対側の方向へ出射させる構造のものが一般的に用いられている。

【0003】しかし、この構造では、半導体層上に形成された透光性電極やパッド電極が出射光を減少させてしまうという問題があった。

【0004】この問題を解決するために、サファイア基板等の透明基板を用いた発光素子において、透明基板側から光を出射させる構造の発光素子が提案されている（特開平6-120562号）。

【0005】この発光素子1は、図8（a）に示すように、透明基板2と、透明基板2上に形成されたn型半導体層3と、n型半導体層3上に形成されたp型半導体層4と、n型半導体層3上に形成されたn側電極5と、p型半導体層4上に形成されたp側電極6とを備える。

【0006】この発光素子1では、n型半導体層3およびp型半導体層4から発せられた光は、透明基板2を透過して光出射方向Aの方向に出射される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来技術では、発光素子1から出射される光が均一でないという問題があった。

【0008】図8（b）に、透明基板2の光出射方向A側の一主面における位置と発光強度との関係を示す。図8（b）から明らかなように、従来の発光素子1では、n側電極5に対応する部分の発光強度が低下し、均一な発光強度が得られない。

【0009】そのため、この発明の主たる目的は、発光素子全体に均一で高い発光強度が得られる発光素子を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に記載の発光素子は、透明基板と、透明基板の一主面上に形成され少なくとも一導電型の半導体層および他の導電型の半導体層を透明基板側からこの順序で含む半導体層と、一導電型の半導体層に接続された第1電極と、他の導電型の半導体層上に形成された第2電極とを備える発光素子であって、透明基板の側面の一部と、一導電型の半導体層の側面のうち透明基板の側面に隣接する側面とが、一主面に対して一定の角度を有する略面一な斜面を形成し、第1電極は斜面上に形成されていることを特徴とする。

【0011】請求項2に記載の発光素子は、請求項1に記載の発光素子において、第1電極が、第2電極を取り囲むように形成されていることを特徴とする。

【0012】請求項3に記載の発光素子は、請求項1または2に記載の発光素子において、第2電極が、他の導電型の半導体層上の一部に形成されたパラジウムまたはニッケルの少なくともいずれか一方を含む金属膜と、他の導電型の半導体層および金属膜上に形成されたアルミニウム膜とを含むことを特徴とする。

【0013】請求項1に記載の発光素子では、半導体層から発せられた光が、透明基板の一部と半導体層とによって形成された斜面上の第1電極によって反射される。従って、請求項1に記載の発光素子によれば、第1電極の部分でも発光強度が低下せず、また、第1電極によって光が閉じこめられるため、発光素子全体に均一で高い発光強度が得られる。

【0014】請求項2に記載の発光素子では、第1電極が第2電極を取り囲むように形成されているため、第1電極および第2電極から半導体層に電流が均一に注入される。従って、請求項2に記載の発光素子によれば、均一な発光を得ることができる。

【0015】請求項3に記載の発光素子では、第2電極がパラジウムまたはニッケルとアルミニウム膜とを含み、アルミニウム膜は高い反射率で半導体層から発せられた光を反射する。従って、請求項3に記載の発光素子によれば、発光素子全体に均一で高い発光強度が得られる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態の一例について、図面を参照して説明する。

【0017】この実施形態の発光素子10の平面図を図1(a)に、図1(a)のX-Yの位置での正面断面図を図1(b)に示す。

【0018】図1を参照して、発光素子10は、透明基板12と、半導体層14と、p側電極16と、n側電極18とを含む。

【0019】透明基板12側面の半導体層14側の一部と半導体層14の側面とは、透明基板12の一主面12aに対して一定の角度を有する略面一な斜面20を形成する。

【0020】発光素子10はたとえば400 $\mu$ m角であり、斜面20は図1(b)での幅Lがたとえば25 $\mu$ mである。

【0021】透明基板12は、たとえばサファイア基板等である。なお、透明基板12は、半導体層14から発せられる光の波長において、光吸収係数が小さいものであればよい。

【0022】半導体層14は、透明基板12上に形成され、たとえば、透明基板12上に積層されるn型Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Nコンタクト層22、InGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>発光層24およびp型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26を含む。各半導体層の層厚は、たとえばn型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層22が4 $\mu$ m、InGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>発光層24が10nm、p型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26が0.3 $\mu$ mである。

【0023】p側電極16は、p型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26上に形成される。p側電極16は、図2の模式断面図に示すように、p型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26上に一部に形成されたパラジウム(Pd)からなるコンタクト電極部16aと、コンタクト電極部16aおよびp型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26上に形成されたアルミニウム(Al)からなる反射電極部16bとを含む。コンタクト電極部16aは、たとえば複数の短冊状のPdで形成される。コンタクト電極部16aの膜厚はたとえば200nmであり、反射電極部16bの膜厚はたとえば500nmである。

【0024】なお、p側電極16は、p型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26とオーミックに接続し、かつ反射率が高いものであればよい。たとえば、コンタクト電極部16aは、Ni、またはPdおよびNiの合金であってもよい。

【0025】n側電極18は、斜面20のうちの透明基板12およびn型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層22上に、p側電極16を取り囲むように形成される。n側電極18には金属薄膜が用いられるが、たとえば斜面20側からAl(膜厚6nm)、Si(膜厚2nm)、Ni(膜厚10nm)、Al(膜厚0.5 $\mu$ m)の順に積層された高反射率金属薄膜、あるいは斜面20側からTi(膜厚2nm)、Al(膜厚0.5 $\mu$ m)の順に積層された高反射率金属薄膜を用いることが好ましい。

【0026】図3を参照して、この発光素子10の製造

工程の一例を示す。

【0027】まず、図3(a)に示すように、透明基板12上に、半導体層14および垂直断面が台形状であるマスク28をこの順序で形成する。半導体層14は、透明基板12上に順次積層されるn型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層22、InGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>発光層24、p型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26を含む。

【0028】半導体層14は、たとえば、原料ガスとしてトリメチルガリウム、トリメチルインジウムおよびアンモニアを用い、ドーピングガスとしてシランおよびシクロペンタジエニルマグネシウムを用いたMOCVD法等によって形成できる。

【0029】垂直断面が台形状であるマスク28は、たとえば、p型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26上に膜厚30 $\mu$ mのAlを電子ビーム蒸着法で均一に蒸着した後、フォトリソ工程およびエッチング工程によって垂直断面が台形状になるように加工することによって形成できる。

【0030】その後、図3(b)に示すように、マスク28、半導体層14および透明基板12を同時にエッチングして、断面V字状の凹部30を形成する。凹部30の内面は、斜面20となる。

【0031】断面V字状の凹部30は、たとえば、マスク28と半導体層14と透明基板12とでエッチングレートが略等しくなるようにエッチングを行うことによって形成できる。たとえば、平行平板型ドライエッチング装置を用い、放電出力300W、圧力5 Torr $\sim$ 10 Torr、エッチングガスとしてCF<sub>4</sub>ガスを用いた場合には、マスク28、半導体層14および透明基板12を略等しいエッチングレートでエッチングできる。

【0032】その後、図3(c)に示すように、マスク28を除去した後、p型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26上にp側電極16を形成する。p側電極16の構造は図2に示したものである。このp側電極16は、p型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26上に短冊状のNiからなるコンタクト電極部16aを形成した後、p型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26およびコンタクト電極部16a上にAlからなる反射電極部16bを蒸着することによって形成できる。

【0033】コンタクト電極部16aは、電子ビーム蒸着法でNi薄膜を斜面20およびp型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層26上に蒸着した後、フォトリソ工程およびエッチング工程を用いて不要なNi薄膜を除去することによって形成できる。同様に、反射電極部16bも、Al薄膜を蒸着した後、フォトリソ工程およびエッチング工程を用いて不要なAl薄膜を除去することによって形成できる。

【0034】その後、図3(d)に示すように、斜面20の透明基板12およびn型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層22の部分にn側電極18を形成し、たとえば400 $\mu$ m角となるように素子ごとに分離する。

【0035】n側電極18は、n側電極18を形成する

部分を除いてフォトリソストを形成し、電子ビーム蒸着法でたとえばAl薄膜、Si薄膜、Ni薄膜、Al薄膜をこの順序で蒸着した後、リフトオフすることによって形成できる。

【0036】素子ごとの分離は、たとえば、透明基板12にスクライバーによってスクライブラインを形成することによって、容易に行うことができる。

【0037】このようにして、発光素子10が形成される。

【0038】発光素子10の機能を、図4(a)に模式的に示す。

【0039】図4(a)を参照して、この発光素子10では、InGa<sub>N</sub>発光層24から発せられた光は、透明基板12を通過して、またはp側電極16あるいはp側電極16およびn側電極18で反射して、光出射方向Aの方向に出射される。

【0040】図4(b)に、透明基板12の光出射方向A側の一主面12b上における位置と発光強度との関係を示す。

【0041】図4(b)から明らかなように、発光素子10によれば、n側電極18が形成されている部分に対応する位置でも発光強度の低下が小さい。従って、発光素子10によれば、図8に示した従来構造の発光素子1と異なり、均一な発光が得られる。

【0042】また、発光素子10では、n側電極18が一主面12aに対して一定の角度で形成されるため、InGa<sub>N</sub>発光層24から発せられた光が側面に散逸するのを防止して光出射方向Aに閉じこめる効果を有する。従って、発光素子10によれば、高い発光強度が得られる。

【0043】従って、発光素子10によれば、発光素子10の全体に均一で、かつ高い発光強度を有する発光素子を得ることができる。

【0044】なお、図4(b)に示すように、透明基板12の一主面12aと斜面20とのなす角 $\alpha$ (図4(a)参照)が70度の場合には、 $\alpha$ が10度の場合よりも、均一で高い発光強度が得られる。

【0045】一方、 $\alpha$ を小さくすることによって、斜面20およびn側電極18を容易に形成することができ、n型Ga<sub>N</sub>コンタクト層22とn側電極18との接触面積を大きくすることができる。特に、 $\alpha$ を45度以下とした場合には、斜面20およびn側電極18を精度よく容易に形成することができる。

【0046】従って、均一な発光強度が得られ、かつ容易に形成できる発光素子10を得るためには、 $\alpha$ を30度ないし45度とすることが好ましい。

【0047】さらに、発光素子10では、p側電極16の周囲をn側電極18が取り囲む構造となっているため、p側電極16およびn側電極18から半導体層14への電流の注入が均一に行われ、より均一な発光強度が

得られる。

【0048】また、この発明の発光素子10では、p側電極16として高反射率金属を用いているため、InGa<sub>N</sub>発光層24で発せられた光は、高い反射率で反射される。

【0049】たとえば、図2に示したp側電極16の構造では、反射電極部16bに用いられるアルミニウムが高い反射率であるのでInGa<sub>N</sub>発光層24で発せられた光は、高い反射率で反射される。従って、発光素子10によれば、高い発光強度が得られる。

【0050】なお、p側電極16は、図2の構造に限らず、図5(a)に示す構造でもよい。図5(a)に示すp側電極17は、p型Ga<sub>N</sub>コンタクト層26上に形成されたPd薄膜からなるコンタクト電極部17aと、コンタクト電極部17a上に形成されたAlからなる反射電極部17bとを含む。コンタクト電極部17aには、Pdのかわりにニッケル(Ni)、またはPdとNiとの合金を用いてもよい。

【0051】図5(a)に示したp側電極17の構造では、コンタクト電極部17aの膜厚を薄くすることによって、p側電極17の反射率を向上させることができる。図5(b)にコンタクト電極部17aと反射電極部17bの材料および膜厚を変化させた場合における、発光素子10の光出力の変化を示す。

【0052】図5(b)中の光出力は、コンタクト電極部17aにPd(膜厚30nm)を用い、反射電極部17bにAu(膜厚200nm)を用いた場合の光出力を100としたときの相対値を示している。図5(b)から明らかなように、コンタクト電極部17aとして膜厚2nmのPdを用い、反射電極部17bとして膜厚200nmのAlを用いたときに、最も光出力が大きくなる。

【0053】従って、図5(a)の構造を用いた発光素子10によれば、コンタクト電極部17aおよび反射電極部17bの材料および膜厚を変化させることによって、高い輝度が得られる。

【0054】図6を参照して、この発光素子10の製造工程の他の一例を示す。この製造工程は、図3に示した製造工程と凹部30の形成方法が異なるものである。

【0055】まず、図6(a)に示すように、透明基板12上に、半導体層14を形成した後、溝部32を形成する。半導体層14を形成する工程は、図3(a)で説明したものと同様であるので重複する説明は省略する。溝部32は、半導体層14の表面からの深さが例えば10 $\mu$ mであり、ダイシングソー等を用いて容易に形成することができる。

【0056】その後、図6(b)に示すように、p型Ga<sub>N</sub>コンタクト層26上に、垂直断面が台形状になるようにマスク28を形成する。マスク28を形成する工程は図3(a)で説明した工程と同様である。

【0057】その後、マスク28、半導体層14および透明基板12をエッチングすることによって、図6(c)に示すように、断面V字状の凹部30を形成する。エッチング工程は、図3(b)で説明した工程と同様である。

【0058】その後、図6(d)に示すように、マスク28を除去した後、p側電極16およびn側電極18を形成する。p側電極16およびn側電極18を形成する工程は、図3(c)および図3(d)で説明した工程と同様である。

【0059】このようにして、発光素子10が形成される。

【0060】図6に示した製造工程では、溝部32を形成することによって、凹部30を形成する場合のエッチング工程を短縮することができる。従って、図6に示した製造工程によれば、発光素子10の製造が容易である。

【0061】図7に、この発明の発光素子10を、発光ダイオード40に用いる場合の一例を示す。

【0062】発光ダイオード40は、発光素子10と、ステム42および44と、マウント台46と、絶縁部材48と、n側電極接続部材50と、導電性接着剤52と、金ワイヤ54と、透明樹脂(図示せず)とを備える。

【0063】ステム42および44は、たとえば金属からなり、マウント台46と電氣的に接続されている。

【0064】マウント台46は、金属からなり、導電性接着剤52によって発光素子10のp側電極16と電氣的に接続されている。

【0065】n側電極接続部材50は、たとえば金属からなり、n側電極18に密着するように斜面58が形成されている。n側電極接続部材50は、絶縁部材48によってマウント台46と電氣的に絶縁されており、導電性接着剤(図示せず)によってn側電極18と電氣的に接続されている。n側電極接続部材50は、反射鏡としても機能する。

【0066】ステム44は、金ワイヤ54によってn側電極接続部材50と電氣的に接続されている。

【0067】発光素子10は、通常の発光ダイオードと同様に、透明樹脂(図示せず)によってモールドされる。

【0068】この発光ダイオード40では、発光素子10をマウント台46およびn側電極接続部材50に固定して電氣的に接続する場合に、n側電極18と斜面58とによって発光素子10が所定の位置に固定される。従って、発光素子10を用いた発光ダイオード40によれば、発光素子10をマウント台46およびn側電極接続部材50に固定して電氣的に接続する場合に、p側電極16とn側電極18とが短絡することを防止できるという特徴を有する。

【0069】すなわち、従来の発光素子1(図8(a))を用いた発光ダイオードでは、発光素子1の位置決めが容易でなく、発光素子1を固定する際にn側電極5とp側電極6とが短絡しやすいという問題があったが、発光素子10を用いた発光ダイオード40によれば、p側電極16とn側電極18とが短絡しにくく、従来のものより歩留まりよく製造することができる。

【0070】以上、この発明の実施形態について例を挙げて説明したが、上記実施形態はこの発明を用いた場合の一例にすぎず、この発明は上記実施形態に限定されるものではない。

【0071】たとえば、上記実施形態で示した半導体層14は、発光素子として機能するものであればいかなる構造でもよい。たとえば、透明基板12とn型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>コンタクト層22との間にGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>バッファ層等を形成してもよく、また、InGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>発光層26の両側にクラッド層等を形成してもよい。さらに、サファイア基板12上に形成する各半導体層の順序を逆にしてもよい。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、電極が透明基板の主面に対して一定の角度を有する斜面上に形成されるため、均一で高い発光強度の発光素子を得ることができる。

【0073】また、斜面上に形成された電極が、他の電極を取り囲むように形成されるため、電流注入が均一に行われ、均一な発光強度の発光素子が得られる。

【0074】さらに、半導体層上に形成する電極を高反射率金属とすることによって、高い発光強度の発光素子が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態を示す図であり、(a)は平面図、(b)は正面断面図である。

【図2】この発明の一実施形態におけるp側電極の構造の一例を示す断面図である。

【図3】この発明の一実施形態における発光素子の製造工程の一例を示す断面図である。

【図4】この発明の一実施形態における発光素子の機能を示す図解図である。

【図5】(a)はこの発明の一実施形態におけるp側電極の構造の他の一例を示す断面図であり、(b)はコンタクト電極部および反射電極部と光出力との関係を示す図である。

【図6】この発明の一実施形態における発光素子の製造工程の他の一例を示す断面図である。

【図7】この発明の一実施形態における発光素子を用いた発光ダイオードを示す正面断面図である。

【図8】従来の発光素子の構造と発光強度を示す図解図である。

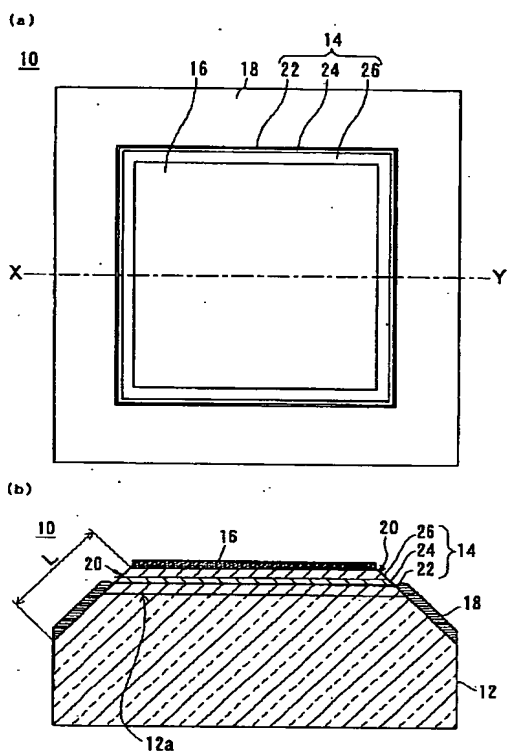
【符号の説明】

50 10 発光素子

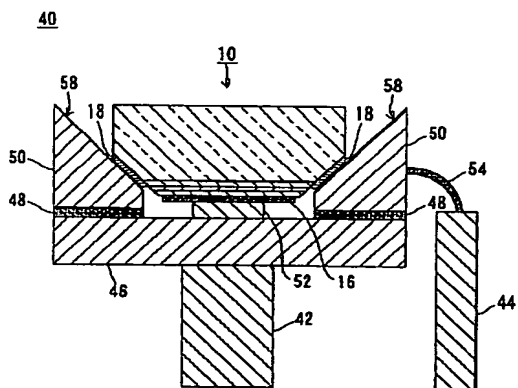
9

- 12 透明基板  
 12a 一主面  
 14 半導体層  
 16、17 p側電極  
 16a、17a コンタクト電極部  
 16b、17b 反射電極部  
 18 n側電極  
 20 斜面  
 22 n型Ga<sub>0.5</sub>Nコンタクト層

【図1】



【図7】



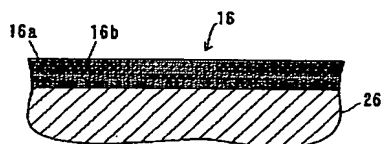
(6)

特開平11-330559

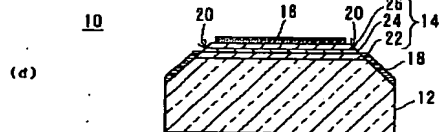
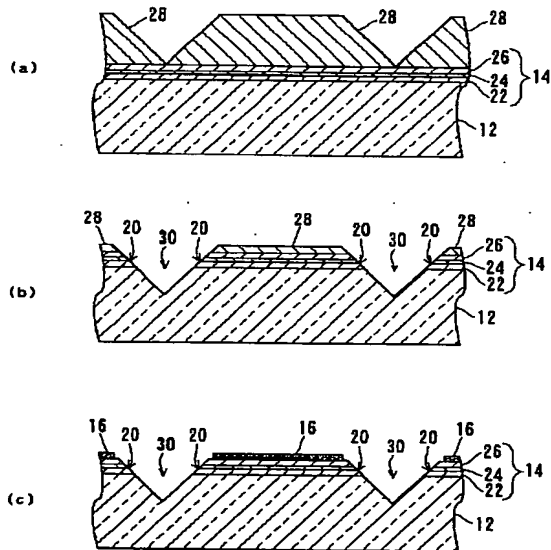
10

- \* 24 InGa<sub>0.5</sub>N発光層  
 26 p型Ga<sub>0.5</sub>Nコンタクト層  
 28 マスク  
 30 凹部  
 32 溝部  
 40 発光ダイオード  
 46 マウント台  
 50 n側電極接続部材  
 \* A 光出射方向

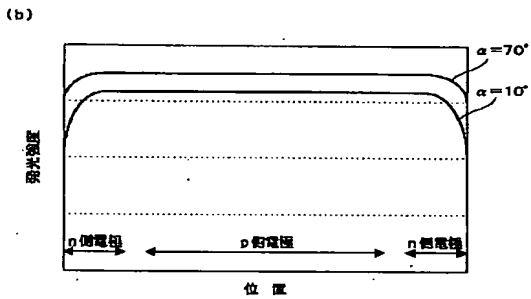
【図2】



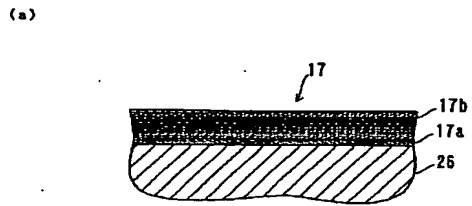
【図3】



【圖 4】

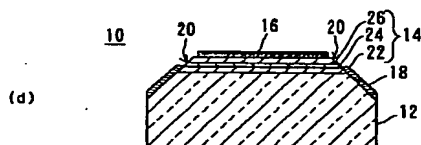


【圖5】



コンタクト電極部		反射電極部		先出力
材料	膜厚(nm)	材料	膜厚(nm)	
Pd	30	Au	200	100
Pd	20	Al	200	114
Pd	2	Al	200	139
Ni	2	Al	200	121

【図6】



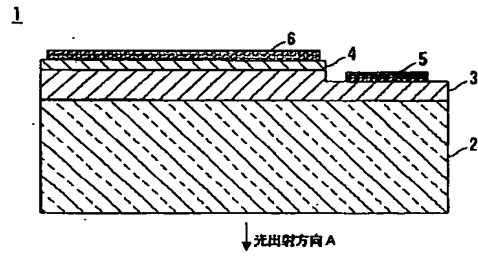


(8)

特開平11-330559

【図8】

(a)



(b)

